نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
جلد ۳۳، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸، ص. ۱۰۷-۹۵

Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 33, No. 1, Spring 2019, p. 95-107

بررسی تأثیر تغییرات اقلیمی بر تولیدات کل زراعی در نواحی ده‌گانه زراعی- اکولوژیکی ایران

نادر بارانی[۱]- آیت اله کرمی[۲]*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۱۹

چکیده

اقلیم، آمیخته‌ای از ویژگی‌های چیره‌شده و ماندگار جوی یک گستره‌ی جغرافیایی در گذر زمان است و در پی تغییر آن، چگونگی زندگی انسان‌ها نیز تغییر می‌کند و منجر به آسیب به بخش‌های مختلف مانند کشاورزی و محیط زیست می‌شود. هدف از انجام تحقیق حاضر، بررسی تأثیر تغییرات اقلیمی بر تولیدات کل زراعی در نواحی ده‌گانه زراعی – اکولوژیکی ایران است. مطالعه حاضر تأثیر بارش، دما، تبخیر و تعرق، رطوبت نسبی و سرعت باد بر تولیدات کل زراعی در طی سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۴ مورد ارزیابی قرار گرفت. داده‌های خام اولیه برای انجام این مطالعه از طریق سازمان هواشناسی و وزارت جهاد کشاورزی کشور گردآوری و مرتب گردید. پس از بررسی ایستایی، داده‌ها در قالب داده پانل با اثرات تصادفی برآورد شدند. نتایج نشان داد متغیرهای دما، میزان تبخیر و تعرق و سرعت باد در سطح ۵ درصد و متغیر بارش در سطح ده درصد بر تولیدات کل زراعی اثرگذار بوده‌اند. دما اثر منفی بر تولیدات زراعی داشته است به نحوی که با افزایش دما، تولیدات زراعی به میزان ۱/۰۱ میلیون تن کاهش می‌یابد. متغیر بارش بر تولیدات زراعی اثر مثبت دارد و با افزایش بارندگی، تولیدات زراعی به اندازه‌ی ۰/۰۲۵ میلیون تن افزایش خواهد یافت. متغیرهای تبخیر و تعرق و سرعت باد اثر منفی بر تولیدات زراعی داشته است به نحوی که با افزایش تبخیر و تعرق و سرعت باد، تولیدات زراعی به ترتیب به میزان ۰/۰۸ و ۱/۰۲ میلیون تن کاهش پیدا می‌کنند.

واژه‌های کلیدی: بخش کشاورزی، تغییر اقلیم، تولیدات زراعی، داده‌های ترکیبی

مقدمه

گازهای گلخانه‌ای بطور طبیعی در جو زمین وجود دارند اما فعالیت‌های انسان و آلودگی‌های ناشی از این فعالیت‌ها، مقدار گازهای مذکور را به‌طور غیرطبیعی افزایش داده است و در نتیجه گرمای ناشی از تابش اشعه خورشید در جو زمین محبوس شده و دمای کره زمین افزایش خواهد یافت که به نوبه‌ی خود تغییرات اقلیمی را سبب خواهد شد (۳). ایجاد تغییرات اقلیمی به عنوان بزرگ‌ترین تهدید برای کشاورزی و امنیت غذایی در قرن ۲۱ مطرح شده است و این تهدید بیشتر در کشورهای فقیر و مبتنی بر کشاورزی است که از ظرفیت کمی برای مقابله مؤثر با این بحران برخوردار می‌باشند (۳۱). با توجه به تأثیرات گسترده و متقابل اقلیم با بخش‌های مختلف تولیدی، عوامل زیست‌محیطی و جوامع انسانی، امروزه از تغییر اقلیم به عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی یاد می‌شود که پیامدهای جدی اقتصادی به دنبال دارد (۲۸). اقلیم یکی از اساسی‌ترین عوامل طبیعی است که تغییر آن از مهم‌ترین چالش‌های قرن جاری می‌باشد. انتشار روزافزون گازهای گلخانه‌ای به عنوان مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر تغییر اقلیم منجر به تغییر دما، بارندگی و دیگر پارامترهای اقلیمی می شود (۷). در پی تغییر اقلیم، چگونگی زندگی انسان‌ها نیز تغییر می‌کند و منجر به آسیب به بخش کشاورزی و محیط زیست می‌شود (۲۶). مدل‌های جوی پیش‌بینی می‌کنند که تا سال ۲۱۰۰، دمای کره زمین از ۱ تا ۳/۵ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد که این مقدار بیش از تغییرات دمایی ۱۰۰۰۰ سال گذشته خواهد بود. پیامد این امر علاوه بر تغییر الگوی بارندگی و دما، افزایش تعداد روزهای گرم، کاهش تعداد روزهای سرد، نوسانات شدید آب و هوایی و افزایش پدیده‌های حدی اقلیمی از نظر شدت و فراوانی پیش‌بینی می‌گردد (۱۸). خسارت اقتصادی ناشی از این تغییرات توسط پژوهشگران مختلف بر اساس درصد از تولید ناخالص داخلی جهانی و برای درجات مختلف از گرمایش کره زمین صورت گرفته که نتایج حاکی از این است که افزایش دمای کره زمین تا ۲ درجه سانتی‌گراد با خسارتی معادل ۱ تا ۷ درصد تولید ناخالص داخلی جهانی، تا ۳ درجه سانتی‌گراد با خسارتی حدود ۱ تا ۱۴ درصد تولید ناخالص داخلی جهانی و در صورتی که این افزایش به ۵ درجه سانتی‌گراد برسد خسارت اقتصادی آن بین ۲/۵ تا

۱ و ۲- به‌ترتیب دانشجوی دکتری توسعه کشاورزی و دانشیار اقتصاد کشاورزی، گروه مدیریت توسعه روستایی، دانشگاه یاسوج
(*- نویسنده مسئول: Email: ayatkarami@yu.ac.ir)
DOI: 10.22067/jead2.v0i0.79259

۳۰ درصد تولید ناخالص داخلی جهانی برآورد گردیده است (۲۰). منطقه خاورمیانه نیز در آینده گرم‌تر و خشک‌تر و همچنین افزایش دما و کاهش بارندگی منجر به خشکسالی‌های شدیدی در منطقه خواهد شد. مدل‌های برآورد تغییر اقلیم نشان می‌دهند که بارش موجود در منطقه خاورمیانه به بیش از ۴۰ میلی‌متر در سال کاهش خواهد داشت (۱۴). از این‌رو تغییر اقلیم، تأثیر قابل توجهی بر منابع کشورهای خاورمیانه از جمله کشور ایران خواهد گذاشت و این کشورها را با چالش‌های جدیدی به ویژه در بخش کشاورزی مواجه خواهد کرد (۱۹).

ایران در منطقه غرب آسیا واقع شده است؛ این منطقه در پهنه بندی اقلیمی هیئت بین‌دولتی تغییرات اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا قرار می‌گیرد. شواهد داده‌های تاریخی هواشناسی و پیش‌بینی‌های صورت گرفته از وضعیت اقلیم این منطقه (مانند بقیه‌ی نقاط دنیا) نشان‌دهنده‌ی وقوع پدیده‌ی تغییر اقلیم در دهه‌های اخیر و ادامه این روند در آینده است. در گزارش سال ۲۰۰۷ کمیته‌ی بین المللی تغییر اقلیم، داده‌های پنج ایستگاه هواشناسی ایران که حداقل دارای ۱۰۰ سال دیده‌بانی قابل اعتماد بوده است، مورد تحلیل قرار گرفت که نتایج آن برای همه ایستگاه‌ها، افزایش معنی‌دار میانگین دمای سالانه را نشان داده است. با این حال روند یکسانی برای تغییرات بارندگی در نقاط مختلف کشور مشاهده نشده است، به گونه‌ای که برای ایستگاه‌های مشهد و شیراز، بارندگی افزایش یافته و در مقابل، روند این متغیر برای ایستگاه‌های تبریز و کرمانشاه به شدت کاهشی بوده است (۱۴).

پیش‌بینی‌های هیئت بین‌دولتی تغییرات اقلیمی برای ایران، نشان‌دهنده‌ی افزایش متوسط درجه حرارت به مقدار ۲ درجه سانتی گراد تا ۳۰ سال آینده و ۳/۵ الی ۴ درجه سانتی‌گراد تا ۱۰۰ سال آینده است که در این صورت بارندگی نیز افت محسوسی خواهد داشت. افزایش در درجه حرارت به افزایش قابل توجه در میزان تبخیر و تعرق سالانه (هم‌اکنون نیز در اغلب مناطق ایران از نظر میزان بارندگی سالانه بیشتر است) منجر خواهد شد. هیئت بین‌دولتی تغییرات اقلیمی از این مسئله به عنوان یک چالش جدی برای مناطق خشک و کم-باران از جمله ایران یاد می‌کند و به عنوان یک پیامد، پیش‌بینی می کند که تولید محصول استراتژیک غلات در ایران تا ۳۰ سال آینده به مقدار ۳۰ درصد در مقایسه با سطح تولید فعلی کاهش یابد (۱۲).

تحلیل نتایج بررسی روند متغیر بارش در دیگر مطالعات انجام شده در رابطه با آشکارسازی رخداد تغییر اقلیم، وجود روندهای مثبت و منفی بارش سالانه در مناطق مختلف کشور را مورد تأکید قرار داده است (۱۶). بر اساس پیش‌بینی توزیع مکانی بارش کشور در دوره ۲۰۳۹-۲۰۱۰ در این گزارش، بیشترین کاهش بارش در استان‌های واقع در امتداد رشته کوه زاگرس، غرب کشور و سواحل جنوبی و شرقی خزر بوده که شامل کردستان، همدان، زنجان، مرکزی، کرمانشاه، لرستان، ایلام، خوزستان، چهارمحال و بختیاری، بوشهر، مازندران و گلستان می‌باشد. علاوه بر این استان‌های کرمان، خراسان جنوبی، رضوی و بخش‌هایی از سیستان و بلوچستان با کاهش بارش مواجه خواهند بود. بر اساس این گزارش در دوره ۲۰۳۹- ۲۰۱۰ میانگین بارش کشور ۹ درصد کاهش خواهد یافت که توزیع این کاهش در کلیه ماه‌های سال و به‌ویژه ماه‌های فصول سرد سال مانند دی و بهمن است، به‌طوری‌که که میزان بارندگی حدود ۲۰ درصد در مقایسه با نرمال کاهش خواهد داشت. علاوه بر این، در این گزارش پیش‌بینی شده است که آستانه بارش‌های سنگین و خیلی سنگین در دوره ۲۰۱۰ تا ۲۰۳۹ نسبت به دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۷۶ افزایش خواهد یافت (۲۳).

از این گذشته، توزیع بارش‌ها در ایران بسیار نامتناسب است و در بسیاری از مناطق کشور، مقدار تبخیر و تعرق بیش از مقدار بارش سالانه است. این ویژگی‌ها موجب شده است که حدود ۳۵/۵ درصد سرزمین‌های آن دارای آب و هوای فراخشک، ۲۹/۹ درصد خشک، ۲۰/۱ درصد نیمه‌خشک، ۵ درصد مدیترانه‌ای و ۱۰ درصد مرطوب (از نوع سرد کوهستانی) باشد؛ در نتیجه بیش از ۸۲ درصد قلمرو کشور در منطقه خشک و نیمه‌خشک قرار داشته و بخش کشاورزی همواره با کمبود بارش و خطر وقوع خشکسالی مواجه است (۲۵). این شرایط اقلیمی محدودیت‌های قابل‌ملاحظه‌ای برای تولیدات کشاورزی کشور فراهم ساخته است که کمبود منابع آبی و فرکانس بالای وقوع پدیده خشکسالی از مهم‌ترین این محدودیت‌هاست. بخش کشاورزی در مقایسه با سایر بخش‌ها بیشتر در معرض آسیب‌های ناشی از تغییر اقلیم است به طوری که تغییر الگوی بارش و دمای متوسط جو، بر تولید انواع محصولات باغی و زراعی که عمده‌ترین منابع غذایی کشور را تشکیل می‌دهند، آسیب وارد می‌کند (۷).

در ادامه به تعدادی از مطالعات مرتبط با موضوع تحقیق اشاره شده است. سالتانا و همکاران (۳۰)، در پژوهشی با عنوان بررسی اثرات پدیده تغییر اقلیم بر تولید گندم در چهار ناحیه آب و هوائی پاکستان، نتیجه گرفتند که افزایش درجه حرارت منجر به کاهش عملکرد محصول در نواحی خشک، نیمه‌خشک و نیمه‌مرطوب خواهد شد اما در ناحیه‌ی مرطوب با افزایش تدریجی در درجه حرارت نسبت به شرایط فعلی به میزان یک درجه سانتی‌گراد، عملکرد دانه گندم روندی افزایشی خواهد داشت. سوس‌ورث و همکاران (۲۹)، در پژوهشی با عنوان متغیرهای اقلیمی مؤثر بر عملکرد محصول سویا در منطقه گریت لیکس آمریکا به این نتیجه رسیدند که در صورت دو برابر شدن دی‌اکسید کربن در جو و وقوع تغییرات اقلیمی، عملکرد محصول سویای دیررس به میزان ۱۲۰ درصد نسبت به عملکرد فعلی افزایش خواهد یافت. گهار و کاشمن (۹)، در تحقیقی به بررسی ارزیابی تأثیر تغییر و تنوع اقلیم بر منابع آب، امنیت غذایی و رفاه اقتصادی پرداختند. نتایج نشان داد که تغییرات آب و هوا بر منابع آب و امنیت

غذایی تأثیر منفی دارد. این در حالی است که برخی از فرضیات تغییرات اقلیم نشان از فرصت مناسب برای تولیدکنندگان مواد غذایی جهت سازگاری با این تغییرات و همچنین تجربه‌ی افزایش قیمت مواد غذایی برای مصرف‌کنندگان دارد.

کرول و همکاران (۲۲)، در پژوهشی با عنوان بررسی اثر تغییر اقلیم بر عملکرد ۱۴ محصول زراعی در نواحی خشک و نیمه خشک شمال شرق برزیل به این نتیجه رسیدند که تا سال ۲۰۵۰ عملکرد همه محصولات آبی و دیم مورد بررسی، کاهشی پیش‌بینی می‌شود مقدار این کاهش برای محصولات مختلف دیم از حداقل ۱۴- درصد (هندوانه) تا حداکثر ۵۳- درصد (موز) و برای محصولات آبی از ۷- درصد (برنج) تا ۳۶- درصد (پنبه) بدست آمده است. نوروزیان و همکاران (۲۶)، در تحقیقی به تحلیل اقتصادی تغییرات اقلیم بر عملکرد پنبه آبی در استان‌های منتخب پرداختند. نتایج نشان داد افزایش دما در طول فصل رشد بر عملکرد پنبه اثر منفی می‌گذارد، به طوری‌که میزان عملکرد در هکتار به ازای افزایش یک درجه دما، به میزان ۳۸ درصد کاهش پیدا می‌کند. پیش‌بهار و همکاران (۲۷)، به بررسی آثار تغییرات اقلیمی بر عملکرد ذرت دانه‌ای در ایران پرداختند. نتایج نشان داد که شدت نوسانات تغییرات اقلیمی در هر سه اقلیم مطالعه‌شده به اندازه‌ای بوده است که به عنوان عامل‌های ریسک سیستماتیک شناسایی شوند. با توجه به نتایج به‌دست آمده در اقلیم گرم، گرمای بیش از حد در فصل کشت (ماه خرداد) و نبود گرمای کافی در فصل رشد (ماه مهر) و همچنین کمبود بارش در فصل رشد (ماه مهر) از عامل‌های کاهش عملکرد ذرت می‌باشند و در اقلیم معتدل، گرمای بیش از حد در فصل رشد (ماه مرداد) و فصل برداشت محصول (ماه مهر) عوامل ریسک سیستماتیک به حساب می‌آیند.

مولائی و همکاران (۲۴) در پژوهشی با عنوان اثر پارامترهای اقلیمی بر عملکرد و خطرپذیری عملکرد دو محصول گندم و جو دیم در استان آذربایجان غربی نشان دادند که میزان بارندگی و میانگین دما تأثیر مثبت و سرعت باد تأثیر منفی بر عملکرد هر دو محصول گندم و جو دیم داشتند. متغیر میانگین دما بر خطرپذیری عملکرد هر دو محصول گندم و جو تأثیر منفی داشته و خطرپذیری کاهنده می باشد. بارش و میانگین دمای بیشینه تأثیر منفی و میانگین دمای کمینه تأثیر مثبت بر خطرپذیری عملکرد محصول جو دیم دارند. متغیرهای میانگین بیشینه دما و سرعت باد تأثیر مثبت بر خطرپذیری عملکرد گندم دیم داشته و خطرپذیری فزاینده می‌باشند و میانگین رطوبت دوره رشد دارای تأثیر منفی بر خطرپذیری عملکرد گندم می‌باشد. امیرنژاد و اسدپور کردی (۲) به بررسی اثرات تغییر اقلیم بر تولید گندم ایران پرداختند. نتایج نشان داد که هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت متغیرهای اقلیمی به همراه سطح زیرکشت رابطه‌ای مثبت و معناداری با تولید گندم داشته و متغیرهای بذر و سرمایه ثابت در ماشین‌آلات معنادار نشده است. کوچکی و نصیری محلاتی (۲۱) به بررسی تأثیر تغییرات اقلیم بر کشاورزی ایران: پیش‌بینی تولید محصولات زراعی و راهکارهای سازگاری پرداختند. نتایج نشان داد که میانگین عملکرد گندم، ذرت، نخود و چغندر در سال هدف در مناطق مختلف کشور به ترتیب ۱۸/۶، ۱۹/۱، ۵/۶ و ۲۰ درصد کاهش خواهد یافت.

نگاهی به آمارهای موجود نشان می‌دهد که به رغم اعلان خودکفایی کشور در تولید گندم در سال ۸۳، در سال‌های اخیر میزان واردات غلات قابل توجه بوده است. بر اساس گزارش گمرک کشور، میزان واردات محصولات کشاورزی در سال ۱۳۹۳ در مقایسه با سال ۱۳۸۶ نزدیک به دو برابر شده است. تازه‌ترین آمار گمرک نیز نشان می‌دهد که تا پایان آبان ماه سال ۱۳۹۳ بیش از ۷/۱ میلیون تن گندم، ۶/۱ میلیون تن ذرت، ۱/۱ میلیون تن برنج و ۱/۸ میلیون تن جو وارد کشور شده است. طبیعتاً بخش قابل توجهی از این ناپایداری در تولید ناشی از ناپایداری وضعیت منابع آب و شرایط اقلیمی کشور است (۶). در حال حاضر بیش از ۴۲/۰۷ درصد از سطح زیرکشت اراضی زراعی، دیم بوده که بطور مستقیم تحت تأثیر بارندگی، رطوبت خاک و سایر پارامترهای اقلیمی در دوره‌های رشد گیاه می‌باشد و ۵۲/۹۳ درصد زیرکشت محصولات آبی قرار دارد. با این حال بخش قابل توجهی از اراضی آبی نیز از طریق آب‌های سطحی مشروب می‌شود که موجودی و میزان آن به شدت به سطح بارندگی و سایر پارامترهای اقلیمی بستگی دارد. بررسی روند بلندمدت عملکرد محصولات دیم در استان های کشور طی دوره آماری ۹۳-۱۳۶۱ نشان می‌دهد که زراعت دیم در کشور به شدت به تغییرات شرایط آب و هوایی حساس است (۱) و تغییر در پارامترهای اقلیمی مانند بارش و دما به صورت خطی بر میزان تولید در اراضی دیم و آبی اثر می‌گذارد. به طور کلی با جمع بندی شرایط جغرافیایی و اقلیمی فعلی ایران و پیش‌بینی‌های صورت گرفته از تغییرات اقلیمی در آینده، به نظر می‌رسد آب و هوای کشور به سمت گرم و خشک‌تر شدن پیش خواهد رفت و از این‌رو تولیدات زراعی در بخش کشاورزی با ریسک‌های آب و هوایی شدیدتر روبرو خواهند گردید. تحقیق حاضر به دنبال آن است تا تأثیر تغییرات اقلیمی بر تولیدات کل زراعی در نواحی ده‌گانه زراعی – اکولوژیکی ایران را بررسی نماید.

مواد و روش‌ها

انتخاب نوع روش آماری برای تحلیل، بستگی به نوع سنجش داده‌ها و اهداف کار تحقیقاتی مورد نظر بستگی دارد. یکی از این روش‌ها، روش تجزیه و تحلیل داده‌های ترکیبی سری زمانی و مقطعی است که به عنوان روشی کارا در تجزیه و تحلیل‌های کاربردی رشته علوم اقتصادی و اجتماعی به کار می‌رود. به طور کلی آمارهای اقتصادی به سه نوع مقطعی، سری زمانی و ترکیبی (پانل)

تقسیم می‌شوند. در این بین کاربرد داده‌های ترکیبی در اقتصادسنجی برتری‌های زیادی نسبت به استفاده از داده‌های مقطعی و سری زمانی دارد. از آنجا که لحاظ نکردن برخی از متغیرها در ساختار مدل‌ها موجب ایجاد عدم کارایی در برآورد مدل‌های اقتصادسنجی می‌شود، روش‌های داده‌های ترکیبی که از اطلاعات سری‌های زمانی و داده های مقطعی تشکیل شده است، اثر این نوع متغیرهای لحاظ نشده یا غیرقابل اندازه‌گیری را بهتر از داده‌های مقطعی طی یک سال یا داده های سری زمانی برای یک مقطع نشان می‌دهد (۱۷). داده‌های ترکیبی به یک مجموعه از داده‌ها گفته می‌شود که بر اساس آن مشاهدات به وسیله تعداد زیادی از متغیرهای مقطعی (N) که اغلب به صورت تصادفی انتخاب می‌شوند، در طول یک دوره زمانی مشخص (T) مورد بررسی قرار گرفته باشند. این (N*T) داده آماری را داده‌های ترکیبی (پانل) یا داده‌های مقطعی- سری زمانی می‌نامند. در سال‌های اخیر از روش ترکیب داده‌های مقطعی و سری زمانی در تحقیقات کاربردی زیادی استفاده شده است. در روش تجزیه و تحلیل داده‌های ترکیبی ابتدا یک مقطع خاصی (مثلا کشور، منطقه یا استان و ...) در نظر گرفته می‌شود و ویژگی‌های متغیرهای مربوط برای تمامی N مقطع در دوره مورد نظر T بررسی می‌شود. برابری تعداد داده‌ها در هر مقطع لازم نیست (الگوی پانل نامتوازن) و همچنین می‌توان متغیرهایی داشت که در یک مقطع برای دوره زمانی مورد بررسی ثابت باشند (۵). مجموعه «داده‌های پانلی» شامل مشاهداتی است که برای چندین بخش می‌باشد و طی زمان‌های مختلف جمع‌آوری می شود. از این داده‌ها زمانی استفاده می‌شود که نمی‌توان صرفاً از داده‌های سری زمانی و یا مقطعی به تنهایی استفاده کرد. این داده‌ها حاوی اطلاعات بیشتر، تنوع گسترده‌تر و هم‌خطی کمتر میان متغیّرها بوده و در نتیجه کاراتر می‌باشند (۴).

در مدل داده‌های تابلویی، متغیرها به طور متوالی هم در میان مقاطع جامعه آماری و هم در طول زمان اندازه‌گیری می‌شوند. در داده‌های تابلویی قبل از اقدام به برآورد الگو، باید تشخیص داد که کدام یک از مدل‌های پانل و یا پول برای برآورد و استنتاج آماری مناسب می‌باشند. برای این کار ابتدا با تلفیق کلی داده‌ها به صورت پول، الگوی مورد نظر برآورد شده و مجموع مربعات باقیمانده محاسبه می‌شود. در مرحله بعد، الگوی مورد نظر به صورت پانل با عرض از مبدأهای متفاوت برای هر مقطع برآورد شده و دوباره مجموع مربعات باقیمانده محاسبه می‌گردد. در پایان نیز برای آزمون مدل به دست آمده از آماره F به صورت معادله زیر استفاده خواهد شد (۴).

$$F = \frac{\left(R^2_{FE} - R^2_{POOL}\right) / (N-1)}{\left(1 - R^2_{FE}\right) / (NT - N - K)} \qquad (۱)$$

که در آن F آماره آزمون، SSRpool مجموع مربعات باقیمانده مدل پانل، q تعداد محدودیت‌ها، N تعداد داده‌ها و K درجه آزادی می‌باشد. اگر آماره آزمون بدست آمده از مقدار بحرانی F جدول در سطح معناداری آزمون (که در اینجا ۵ درصد می‌باشد) بیشتر باشد، در این صورت مدل پانل مناسب‌تر است. در غیر این صورت از مدل پول استفاده می‌شود (۱۰).

برای آزمون داده‌های تابلویی می‌توان از اثرات ثابت یا اثرات تصادفی استفاده کرد. در مدل اثرات تصادفی، E (Uit / Xit) = 0 است یعنی μi ها از Xit مستقل می‌باشد. اما در مدل اثر ثابت این فرض برقرار نیست زیرا μi با Xit ها همبسته‌اند. یک راه آزمون، تصریح مدلی است که هاسمن (۱۱) پیشنهاد کرده و بر اختلاف میان برآوردگرهای اثر ثابت و اثر تصادفی استوار است. در این مدل فرض صفر آزمون از معادله ۲ تبعیت می‌کند.

$$E\,(U_{it} / X_{it}) = 0 \qquad (۲)$$

اگر مدل از نوع اثر تصادفی نباشد معادله ۳ حاکم است.

$$E\,(U_{it} / X_{it}) \neq 0 \qquad (۳)$$

گستره‌ی انجام این پژوهش بر اساس تقسیم‌بندی فائو، ۱۰ پهنه اکولوژیکی زراعی کشور بر مبنای شباهت‌های اقلیمی (بارش و دما)، نوع خاک، نوع محصولات کشت شده و همچنین قرابت‌های جغرافیایی خواهد بود که مشخصات آن در جدول ۱ آمده است.

شکل کلی مدل داده‌های ترکیبی برای تعیین تأثیر تغییرات اقلیمی (بارش، دما، میزان تبخیر و تعرق، رطوبت نسبی، سرعت باد) بر تولیدات کل زراعی در نواحی ده‌گانه زراعی – اکولوژیکی در بازه‌ی زمانی ۱۳۹۴-۱۳۶۴ به صورت رابطه (۴) تعریف می‌شود:

$$\ln Y_{it} = \beta_1 + \alpha_0 + \alpha_1 T + W_1 \ln MT_{it} + W_2 \ln P_{it} + W_3 \ln H_{it} + W_4 \ln W_{it} + W_5 \ln E_{it} \qquad (۴)$$

که در آن ln لگاریتم طبیعی، t مشاهدات مربوط به بازه زمانی، Y تولیدات کل زراعی در ناحیه i و در سال t است. MT، P، H، W و E به ترتیب میانگین متغیرهای دما، بارش، رطوبت نسبی، سرعت باد و تبخیر و تعرق در ناحیه i و در سال t است. T بیانگر متغیر روند و α_0، α_1، β_j، W_1، W_2، W_3، W_4 و W_5 پارامترهای تخمینی مدل هستند.

جدول ۱- پهنه‌بندی زراعی– اکولوژیکی ایران
Table 1- Agro-ecological zones of Iran

ردیف No.	نواحی زراعی– اکولوژیکی Agro-ecological zone	استان‌ها Provinces
1	ناحیه شمال غرب North-Western zone	اردبیل، آذربایجان‌های غربی و شرقی، زنجان، کردستان Ardabil, East Azarbaijan, Kordestan, West Azarbaijan, Zanjan
2	ناحیه ساحلی خزر Caspian Coastal Plain zone	گیلان، گلستان، مازندران Guilan, Golestan, Mazandaran
3	ناحیه زاگرس مرکزی Central Zagros zone	همدان، ایلام، کرمانشاه، لرستان Hamedan, Ilam, Kermanshah, Lorestan
4	ناحیه مرکزی Central zone	مرکزی، قزوین، قم، سمنان، تهران Markazi, Qazvin, Qom, Semnan, Tehran
5	ناحیه خراسان Khorasan zone	خراسان جنوبی، رضوی، شمالی Southern, Razavi and Northern Khorasan
6	ناحیه مرکزی خشک Arid Central zone	اصفهان، یزد Esfahan, Yazd
7	ناحیه خوزستان Khuzestan zone	خوزستان Khuzestan
8	ناحیه زاگرس جنوبی Southern Zagros zone	کهگیلویه و بویراحمد، فارس، چهارمحال و بختیاری Chaharmahal and Bakhtiyari, Fars, Kohkilooyeh and Boyerahmad
9	ناحیه جنوبی خشک Arid Southern zone	کرمان، سیستان و بلوچستان Kerman, Sistan and Baluchestan
10	ناحیه ساحلی جنوب Southern Coastal Plain zone	بوشهر، هرمزگان Bushehr, Hormozgan

مأخذ: فائو (۸)
Source: FAO (8)

داده‌های مورد نیاز این پژوهش مشتمل بـر دو گـروه از داده‌هـای هواشناسی و اقتصادی است. داده‌هـای متغیرهـای هواشناسـی شـامل دما، بارش، رطوبت نسبی، سرعت باد و تبخیر و تعرق بصورت ماهانـه برای حداقل یک دوره ۳۰ ساله (سال‌های ۱۳۶۴ الی ۱۳۹۴) مورد نیاز بود که از سازمان هواشناسی کشـور اسـتخراج شـد. میـزان تولیـدات کشاورزی در زیربخش زراعی نیازمنـد وجـود داده‌هـای سـری زمـانی عملکرد محصولات بود که از داده‌های منتشر شده توسط وزارت جهاد کشاورزی استفاده گردید. توابع اقتصادسنجی بکار رفته در الگو توسـط نرم افزار Eviews برآورد گردید.

نتایج و بحث

در جدول ۲، میزان تولیدات زراعی در نواحی ده‌گانـه‌ی زراعـی – اکولوژیکی در سال ۱۳۹۵ ارائـه شـده اسـت. در ایـن سـال، ناحیـه‌ی خوزستان با دارا بودن سهم ۱۸/۰۳ درصدی از کـل تولیـد محصـولات زراعی، بیشترین تولید این محصولات را داشـته و پـس از آن نـواحی شمال غرب با سهم ۱۶/۴۶ درصد، زاگرس مرکزی با ۱۱/۱۱ درصـد، مرکزی با ۹/۶۲ درصد در رتبه‌های دوم تا چهارم کشوری قـرار دارنـد. ایـن چهـار ناحیـه در مجمـوع حـدود ۵۵/۲۲ درصـد از میـزان تولیـد محصولات زراعی کشور را به خود اختصاص داده‌اند. کمتـرین میـزان تولید محصولات زراعی با سهم ۳/۲۴ درصد متعلق به ناحیـه سـاحلی جنوب می‌باشد.

وضعیت برخی از پارامترهای اقلیمی در نواحی ده‌گانـه‌ی زراعـی–اکولوژیکی در سال ۱۳۹۵ در جدول ۳ ارائه شده است. از نظر پـارامتر دما، نواحی خوزستان، ساحلی جنوب و مرکزی خشـک بـه ترتیـب بـا ۲۷/۳، ۲۷/۱ و ۱۹/۵ درجه سلسیوس، بالاترین میانگین سالیانه دما را داشته‌اند. نواحی ساحلی خزر، زاگرس مرکزی و شمال غرب به ترتیب با ۲۵۹۰/۸، ۲۱۰۶/۵ و ۱۵۸۸/۲ میلی‌متر در سال، بالاترین بارندگی را داشته‌اند و کمترین میزان بارش مربوط بـه نـواحی مرکـزی خشـک، جنوبی خشک و خوزستان با مقادیر ۱۳۴/۷، ۲۱۳/۵ و ۲۶۹/۷ میلی‌متر در سال می‌باشد. از نظر رطوبت نسبی، بیشترین میـانگین رطوبـت در سال مربوط به نواحی ساحلی خزر با ۷۴/۸، ساحلی جنـوب بـا ۶۳/۴ و شمال غرب با ۴۷/۶ درصد بوده است در حالی که کمترین رطوبـت را نواحی جنوبی خشک، مرکزی خشک و زاگرس جنوبی بـه ترتیـب بـا ۳۰/۶، ۳۱/۶ و ۴۲/۳ درصد تجربه نموده‌انـد. همچنـین در جـدول ۳، وضعیت میزان تبخیر و تعرق و بیشینه سرعت وزش باد در نـواحی ده گانه در سال ۱۳۹۵ مشخص گردیـده اسـت. از نظـر میـزان تبخیـر و

تعرق، بیشترین مقدار در سال مربوط به ناحیـه خوزسـتان بـا ۲۴۳/۳۲ میلی‌متر بوده است؛ در حالی‌که کمترین میزان تبخیر و تعرق را ناحیـه ساحلی خزر با ۹۹/۴۲ میلی‌متر در سال تجربه نموده اسـت. بیشـترین مقدار سرعت باد در نواحی ساحلی جنوب، زاگـرس جنـوبی و زاگـرس مرکزی به ترتیب با ۴۰، ۳۲ و ۳۰ متر بـر ثانیـه اتفـاق افتـاده اسـت؛ کمترین میزان سرعت بـاد در نـواحی خوزسـتان (۱۶ متـر بـر ثانیـه)، مرکزی خشک (۲۴ متر بر ثانیه) و جنـوبی خشـک (۲۵ متـر برثانیـه) گزارش شده است (۱۵).

جدول ۴، بررسی ایسـتایی متغیرهـای پـژوهش را بـا اسـتفاده از آزمون‌های لوین، لین و جو، ایم و پسـران و شـین، فیشـر و فیلیـپس برون و هادری نشان می‌دهد. طبق نتـایج جـدول، فرضـیه غیرایسـتا بودن برای تمـامی متغیرهـا رد مـی‌شـود. بـه عبـارت دیگـر، تمـامی متغیرهای تحقیق، ایستا می‌باشند.

بعد از مشخص شدن مانایی داده‌ها، برای بررسی هم انباشتگی از آزمون پدرونی و کائو استفاده شد. نتایج حاصل از این آزمون در جدول ۵ آورده شده است. این نتایج نشان می‌دهند که یک ارتباط قوی میان متغیرهای اقلیمی مورد مطالعه با تولیدات کل زراعی نواحی زراعـی – اکولوژیکی مورد نظر وجود دارد.

بعد از بررسی هـم انباشـتگی، بـرای انتخـاب داده‌هـای پانـل یـا داده‌های پول از آزمونF لیمر استفاده شد (جدول ۶). طبـق نتـایج، از آنجا که سطح معناداری آزمون، کمتر از ۵ درصد می‌باشد، لذا تخمین مدل در قالب پانل مناسب‌تر می‌باشد.

بعد از مشخص شدن تخمین مدل در قالب پانل، به منظور تخمین مدل نهایی تحقیق با استفاده از آزمـون اثـرات ثابـت یـا تصـادفی، از آزمون هاسمن استفاده گردید. طبق نتایج، از آنجا که سطح معنـاداری آزمون، بیشتر از پنج صدم می‌باشد، لذا تخمین مدل نهایی تحقیق باید در قالب اثرات تصادفی صورت گیرد (جدول ۷).

جدول ۲- آمار تولیدات زراعی در سال ۱۳۹۵ (واحد: تن)
Table 2- The statistics of agronomical productions in 2016 (tons)

نواحی زراعی- اکولوژیکی Agro-ecological zone	تولید Production	
	مقدار Quantity	درصد Percent
ناحیه شمال غرب North-Western zone	13655883	16.46
ناحیه ساحلی خزر Caspian Coastal Plain zone	7356850	8.86
ناحیه زاگرس مرکزی Central Zagros zone	9224181	11.11
ناحیه مرکزی Central zone	8176962	9.85
ناحیه خراسان Khorasan zone	7149415	8.61
ناحیه مرکزی خشک Arid Central zone	3673823	4.43
ناحیه خوزستان Khuzestan zone	14965988	18.03
ناحیه زاگرس جنوبی Southern Zagros zone	7987187	9.62
ناحیه جنوبی خشک Arid Southern zone	7209512	8.69
ناحیه ساحلی جنوب Southern Coastal Plain zone	2681055	3.24

منبع: مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی (۱۳)
Source: ICT Centre, Ministry of Jihad-e Agriculture (13)

جدول ۳- آمار پارامترهای اقلیمی در نواحی زراعی – اکولوژیکی

Table 3- The statistics of climatic parameters in agro-ecological zones

ردیف No.	نواحی زراعی- اکولوژیکی Agro-ecological zone	میانگین دما (درجه سانتی‌گراد) Temperature	بارندگی سالانه (میلی‌متر) Precipitation	رطوبت نسبی (درصد) Relative humidity	بیشینه سرعت باد (متر بر ثانیه) Wind speed	تبخیر و تعرق (میلی‌متر) Evaporation
1	ناحیه شمال غرب North-western zone	13.3	1588.2	47.6	27	137.98
2	ناحیه ساحلی خزر Caspian coastal plain zone	18.2	2590.8	74.8	27	99.42
3	ناحیه زاگرس مرکزی Central Zagros zone	16.3	2106.5	43.9	30	168.1
4	ناحیه مرکزی Central zone	17.8	1026.9	46.8	27	187.71
5	ناحیه خراسان Khorasan zone	16.4	555.1	46.5	25	171.89
6	ناحیه مرکزی خشک Arid central zone	19.5	134.7	31.6	24	230.05
7	ناحیه خوزستان Khuzestan zone	27.3	269.7	46.7	16	243.32
8	ناحیه زاگرس جنوبی Southern Zagros zone	15.4	1192.3	42.3	32	167.88
9	ناحیه جنوبی خشک Arid southern zone	18.5	213.5	30.6	25	213.85
10	ناحیه ساحلی جنوب Southern coastal plain zone	27.1	424.7	63.4	40	185.11

منبع: سازمان هواشناسی ایران (۱۵)

Source: Iran meteorological organization (15)

جدول ٤- نتایج آزمون‌های ریشه واحد داده‌های تابلویی

Table 4- Results of unit root tests on panel data

متغیر Variable	نتیجه Result	لوین، لین و چو Levin, Lin, and Chu	ایم و پسران و شین Im, Pesaran, Shin	فیشر- فیلیپس برون Fisher-Phillips-Perron	هادری Hadry
تولیدات کل زراعی Total agronomical production	مقدار آماره Statistic value	-1.88	-1.44	35.89	9.18
	سطح معناداری Significance level	0.029	0.043	0.015	0.000
میزان بارش Precipitation	مقدار آماره Statistic value	-6.39	-7.14	88.91	1.91
	سطح معناداری Significance level	0.000	0.000	0.000	0.027
دما Temperature	مقدار آماره Statistic value	-0.98	-03.04	41.79	8.11
	سطح معناداری Significance level	0.04	0.002	0.002	0.000
تبخیر و تعرق Evapotranspiration	مقدار آماره Statistic value	-3.49	-1.80	26.52	6.28
	سطح معناداری Significance level	0.000	0.035	0.049	0.000
رطوبت نسبی Relative humidity	مقدار آماره Statistic value	-4.59	-4.13	53.46	4.21
	سطح معناداری Significance level	0.010	0.000	0.000	0.000
سرعت باد Wind speed	مقدار آماره Statistic value	-0.81	-1.08	42.94	6.23
	سطح معناداری Significance level	0.047	0.039	0.002	0.000

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

جدول ۵- نتایج آزمون هم انباشتگی کائو و پدرونی
Table 5- Results of Kao and Pedroni's cointegration test

آماره آزمون Test statistic	مقدار آماره Statistic value	سطح معناداری Significance level
آماره پانل فیلیپس پرون (درون گروهی) PP panel statistic (inter-group)	-6.22	0.000
آماره فیلیپس پرون (برون گروهی) ADF panel statistic	-1.78	0.036
آماره کائو Kao test	-2.69	0.003

مأخذ: یافته‌های تحقیق
Source: Research findings

جدول ٦- نتایج آمون F لیمر
Table 6- Results of F-limer test

آماره Statistic	مقدار آماره Statistic value	سطح معناداری Significance level
آماره F F-statistic	55.99	0.000
آماره کای اسکور χ^2 statistic	308.5	0.000

مأخذ: یافته‌های تحقیق
Source: Research findings

جدول ۷- نتایج آزمون هاسمن
Table 7- Results of Hausman's test

آزمون Test	آماره کای اسکور χ^2 statistic	سطح معناداری Significance level
	6.51	0.259

مأخذ: یافته‌های تحقیق
Source: Research findings

در جدول ۸، نتایج حاصل از برآورد مدل به روش اثرات تصادفی در نواحی زراعی– اکولوژیکی ده‌گانه مورد مطالعه نشان داده شده است. طبق نتایج تحقیق، متغیرهای دما، میزان تبخیر و تعرق و سرعت باد در سطح ۵ درصد و متغیر بارش در سطح ده درصد بر تولیدات کل زراعی اثرگذار بوده‌اند. دما به صورت خطی اثر منفی بر تولیدات زراعی داشته است به نحوی که با افزایش دما، تولیدات زراعی به میزان ۱/۰۱ میلیون تن کاهش می‌یابد. متغیر بارش بر تولیدات زراعی اثر مثبت دارد و با افزایش بارندگی، تولیدات زراعی به اندازه‌ی ۰/۰۲۵ میلیون تن افزایش خواهد یافت. متغیرهای تبخیر و تعرق و سرعت باد اثر منفی بر تولیدات زراعی داشته است به نحوی که با افزایش تبخیر و تعرق و سرعت باد، تولیدات زراعی به ترتیب به میزان ۰/۰۸ و ۱/۰۲ میلیون تن کاهش پیدا می‌کنند. همچنین نتایج جدول ۸، نشان می‌دهد که آماره‌ی R^2 (نشان‌دهنده‌ی قدرت توضیح‌دهندگی کل مدل است) مقدار ۰/۴۵۷ اختیار کرده است. به عبارتی دیگر، ۰/۴۵۷ درصد از تغییرات تولیدات کل زراعی به وسیله متغیرهای مستقل توضیح داده می‌شود. آماره F که مهم‌ترین آماره هر رگرسیون است، نشان‌دهنده‌ی معنی‌داری و اعتبار کل مدل می‌باشد. مقدار عددی این آماره برابر با ۱۱/۳۶ است. بزرگتر بودن این عدد از ۴ بیانگر این است که اعتبار مدل با احتمال ۱۰۰ درصد مورد تأیید است و فرضیه معنی‌داری کل مدل پذیرفته می‌شود. موجودی مکانی و زمانی آب به عنوان اصلی‌ترین عامل تولید کشاورزی، تحت تأثیر اقلیم است و از طرف دیگر پارامترهای اقلیمی بارش و دما به شدت بر مقدار تولید ماده خشک و عملکرد محصولات زراعی تأثیر می‌گذارند. عملکرد و تولید در محصولات دیم به طور مستقیم تحت تأثیر شرایط اقلیمی است. برای این محصولات، کاهش بارش‌ها تا یک سطح آستانه‌ای مشخص، نه تنها تولید در واحد سطح را کاهش می‌دهد بلکه امکان کشت و برداشت در کل این اراضی را به خطر می‌اندازد. عملکرد محصولات آبی نیز از طریق افزایش نرخ تبخیر و تعرق از سطح خاک و گیاه، تحت تأثیر درجه حرارت محیط قرار دارد. ضمن این که با کاهش بارش‌ها، مقدار آبیاری مورد نیاز برای آنها افزایش می‌یابد. در این شرایط با فرض وجود مقدار معینی از آب، تأمین آب بیشتر برای این محصولات، مستلزم کاهش سطح زیرکشت آبی به منظور جلوگیری از کاهش عملکردها یا پذیرش درصدی از کاهش عملکردها اما حفظ سطح زیرکشت موجود خواهد بود. بر این اساس وضعیت اقلیم، عامل مؤثری در مقدار تولید و عرضه‌ی محصولات کشاورزی می‌باشد. نتیجه این تحقیق با مطالعه‌ی سالتانا و همکاران (۲۷) مبنی بر تأثیر تغییرات اقلیمی بر عملکرد محصول زراعی در نواحی خشک، نیمه خشک و نیمه مرطوب، همسو می‌باشد.

جدول ۸- نتایج حاصل از برآورد مدل به روش اثرات تصادفی
Table 8- Results of model estimation by random -effect method

متغیرهای مستقل Independent variables	ضرایب Coefficients	آماره آزمون Test statistic	سطح معناداری Significance level
ثابت Constant	2.12	2.46	0.014
میزان بارش Precipitation	0.025	1.88	0.060
دما Temperature	-1.01	-2.92	0.003
تبخیر و تعرق Evapotranspiration	-0.08	-4.54	0.000
رطوبت نسبی Relative humidity	0.08	0.51	0.605
سرعت باد Wind speed	-1.02	-3.46	0.000
R^2	0.457	-	-
F	11.36	-	0.000

مأخذ: یافته‌های تحقیق
Source: Research findings

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بررسی تأثیر تغییرات اقلیمی بر تولیدات کل زراعی در نواحی ده گانه زراعی– اکولوژیکی ایران هدف تحقیق حاضر بوده است. ابتدا جهت بررسی دقیق‌تر اثرات تغییرات اقلیمی، از پهنه‌بندی اقلیمی برای ایران استفاده شد که طبق آن، کشور ایران به ده ناحیه‌ی زراعی – اکولوژیکی تقسیم شد. سپس برای برآورد اثرات تغییر در پارامترهای اقلیمی (بارش، دما، میزان تبخیر و تعرق، رطوبت نسبی و سرعت باد) بر تولیدات کل زراعی هر یک از نواحی ده‌گانه با استفاده از رهیافت داده‌های پانل برآورد گردید. نتایج نشان داد متغیرهای دما، میزان تبخیر و تعرق و سرعت باد در سطح ۵ درصد و متغیر بارش در سطح ده درصد بر تولیدات کل زراعی اثرگذار بوده‌اند. تغییرات اقلیمی هزینه‌های اقتصادی قابل ملاحظه‌ای به تولیدکنندگان بخش کشاورزی تحمیل می‌کند. ممکن است بسیاری از تولیدکنندگان بر سر دوراهی قرار گیرند که یا تولید خود را رها کنند و یا تا حد امکان با تغییرات اقلیمی سازگار شوند. در بیشتر مواقع، امکان دارد استفاده از شیوه‌های سازگاری از لحاظ اقتصادی برای بیشتر بهره‌برداران خرد عملی نباشد و بسیاری از جنبه‌های زندگی آن‌ها به طور بالقوه تحت تأثیر قرار دهد. از طرفی دیگر، با توجه به موقعیت جغرافیایی کشور و قرار گرفتن بیش از ۸۲ درصد قلمرو کشور در منطقه خشک و نیمه‌خشک، بخش کشاورزی همواره با کمبود بارش و خطر وقوع خشکسالی مواجه است. این شرایط اقلیمی محدودیت‌های قابل ملاحظه‌ای برای تولیدات کشاورزی کشور فراهم ساخته و این بخش را بسیار آسیب‌پذیر نموده است. تغییر در پارامترهای آب و هوایی مانند دما و رطوبت می‌تواند روی رشد محصول تأثیر مستقیم بگذارد. حوادثی مانند سیل و خشکسالی، که ناشی از تغییرات آب و هوایی است، منجر به از دست دادن محصول و ایجاد شرایط نامناسب زمین‌های زراعی شده و تهدیدی برای امنیت غذایی به شمار می‌آید. با توجه به نتایج تحقیق، به منظور جلوگیری و مقابله با آثار منفی تغییرات اقلیمی، قیمت‌گذاری آب مصرفی در بخش کشاورزی با هدف ایجاد انگیزه در تولیدکنندگان جهت استفاده از فن‌آوری‌های نوین، استفاده از ارقام مقاوم به کم آبیاری، تغییر الگوی کشت به سمت محصولات با کارایی مصرف آب بالاتر، برنامه‌ریزی و اعطای تسهیلات مالی جهت آمادگی تولیدکنندگان بخش زراعی در برابر تغییرات اقلیمی مانند بیمه محصولات کشاورزی باید در دستور کار قرار گیرد. همچنین از آن‌جا که تغییرات اقلیمی اثر یکسانی بر تولیدات زراعی در نواحی ده‌گانه زراعی – اکولوژیکی بر جای نمی‌گذارد؛ بنابراین می‌توان با دسته‌بندی محصولات زراعی بر اساس نحوه‌ی تحت تأثیر قرار گرفتن از تغییرات اقلیمی در هر یک از نواحی ده‌گانه، استراتژی‌های مناسبی برای مقابله با اثر تغییر اقلیم بر تولید محصولات زراعی در هر ناحیه اتخاذ نمود.

منابع

1- Adavi Z. 2014. Modeling the effects of climate change on potato production in Fereydunshahr of Isfahan and providing adaptation strategies based on modeling approaches. Ph.D. thesis. Faculty of Agriculture, Shahrekord University. (In Persian)

2- Amirnejad H., and Asadpour Kordi M. 2017. Effects of Climate Change on Wheat Production in Iran. Agricultural Economics Research 9(35): 163-182. (In Persian)

3- Angel J. 2008. Potential impacts of climate change on water availability. Illinois State Water Survey. Institute of Natural Resource Sustainability. http://www.sws.uiuc.edu/wsp/climate/Climate Factors.asp.

4- Baltagi B. 2008. Econometrics. Fourth edition. Springer. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

5- Baxter M., and King R.G. 1995. "Measuring business cycles: approximate bandpass filters for economic series", NBER Working paper, No. 5022.

6- Darparnian S. 2014. Investigating the effects of climate change on the agronomical production of selected crops in Iran. Master's thesis. Faculty of Agriculture, Tabriz University. (In Persian)

7- Dashti GH., Bagheri P., Pishbahar A., and Majnouni A. 2018. Evaluation of the effects of climate change and government policy on yield and area under cultivation corn crop in Iran: Panel data approach. Journal of Agricultural Economics and Development 29(1): 31-42. (In Persian)

8- FAO. 1978. Report on the Agro-Ecological Zones Project. Vol. 1. www.fao.org/nr/land/database/sinformation/en.

9- Gohar A., and Cashman A. 2016. A methodology to assess the impact of climate variability and change on Water resources, food security and economic welfare, Agricultural Systems 147: 51-64.

10- Gujarati D.N. 2004. Basic Econometrics, Translated by Abrishami H. Tehran: University of Tehran Press. (In Persian)

11- Hausman J. 1978. Specification Tests in Econometrics. Journal of the Econometric Society 46(6): 1251–1271.

12- Hoseini S., Nazari M., and Araghinejad S. 2013. Investigating the impacts of climate on agricultural sector with emphasis on the role of adaptation strategies in this sector. Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research 44(1): 1-16. (In Persian)

13- Information and Communication Technology Center. 2016. Agricultural Statistics. Iran Ministry of Agriculture Jihad. (In Persian)

14- Intergovernmantal Panel on Climate change. 2007. Summary for policy Makers climate change: The physical science basis. Contribution of working group I to the forth assessment report. Cambridge University Press, 881p.

15- Iran Meteorological Organization. 2016. Climate parameter report. Iran Ministry of Roads & Urban Development. (In Persian)

16- Javeri M. 2003. Temperature and precipitation changes in Iran. Ph.D. thesis. Faculty of Geography, University of Tehran. (In Persian)

17- Karami A., and Mardani Y. 2015. The Impacts of Macroeconomic Variables on Poverty in Rural Areas of Iran. Agricultural Economics Research, 7(26): 109-123. (In Persian)

18- Kemfert C. 2009. Climate protection requirements- the economic impact of climate change. Handbook utility management. Entropy. American Journal of Agricultural Economics 80(1): 124-138.

19- Khaleghi S., Bazazan F., and Madani SH. 2015. The Effects of Climate Change on Agricultural Production and Iranian Economy. Agricultural Economics Research 7(25): 113-135. (In Persian)

20- Khalilian S., Shemshadi K., Mortazavi S., and Ahmadian M. 2014. Investigating Welfare effect of climate change on the wheat products in Iran. Journal of Agricultural Economics & Development 28(3): 292-300. (In Persian)

21- Koocheki A., and Nassiri Mahallati M. 2015. Climate change effects on agricultural production of Iran: II. Predicting productivity of field crops and adaptation strategies. Iranian Journal of Field Crops Research 14(1): 1-20. (In Persian)

22- Krol M., Jaeger A., Bronstert A., and Gu¨ntner A. 2006. Integrated modeling of climate, water, soil, agricultural and socio-economic processes: A general introduction of the methodology and some exemplary results from the semi-arid north-east of Brazil. Journal of Hydrology 328: 417–431.

23- Moderessi F. 2009. Investigating the effect of climate change on maximum flow rate: A case Study of gorganrood basin. Master's thesis. Faculty of Geography, University of Tehran. (In Persian)

24- Molaei M., Sadeghi M., and Javanbakht O. 2017. The impact of climate parameters on yield and yield risk of rainfed wheat and barley in West Azarbaijan province. Journal of Agroecology 7(2): 31-45. (In Persian)

25- Momeni S. 2011. Potential Impacts of Climate Change on Agricultural Sector in Fars Province. Master's thesis. Faculty of Agriculture, Shiraz University. (In Persian)

26- Norouzian M., Sabouhi M., and Parhiskari A. 2013. Economic analysis of climate change on cotton yield in selected provinces. Journal of Agricultural Meteorology (2)1: 73-79. (In Persian)

27- Pishbahar A., Darparnian S., and Gharemanzadeh M. 2015. Effects of climate change on maize yield in Iran: application of spatial econometric approach with panel data. Agricultural Economics Research 7(26): 83-106. (In Persian)

28- Redsma P., Lansink A., and Ewert F. 2009. Economic impacts of climatic variability and subsidies on European agriculture and observed adaptation strategies. Mitig Adapt Strateg Glob Change 14: 35-59.
29- Southworth J., Pfeifer R., Habeck M., Randolph J., Doering O., Johnston J., and Rao D. 2002. Changes in soybean yields in the midwestern United States as a result of future changes in climate, climate variability, and CO2 fertilization. Climatic Change 53: 447-475.
30- Sultana H., Ali N., Iqbal M., and Khan A. 2009. Vulnerability and adaptability of wheat production in different climatic zones of Pakistan under climate change. Journal of Climatic Change 94:123–142.
31- Wang J. 2010. Food security, food prices and climate change in China: a dynamic panel data analysis. Agriculture and Agricultural Science 1: 321-324.

Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 33, No. 1, Spring 2019, p. 95-107

نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
جلد ۳۳، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸، ص. ۱۰۷-۹۵

The Impacts of Climate Change on Total Agronomical Production in Tenfold Agro-ecological Zones of Iran

N. Barani[1]**- A. Karami**[2*]
Received: 08-05-2019
Accepted: 09-06-2019

Introduction: Due to fossil fuels overuse, land use change, global population growth and the development of industrial activity to meet the welfare and demands of the global community, global climate has undergone gradual, but drastic, changes in the post-industrial revolution era mainly manifested in the rise of mean temperature, more frequent extreme climatic events like floods, hails, tropical storms, heat and cold waves, rising sea level, polar ice melting, droughts and etc. Climate change is a mix of dominant and lasting atmospheric characteristics of a geographic area over time and is often based on such variables as temperature, precipitation, humidity, wind, solar radiation, and number of sunny days, sea level temperature, and the thickness of ice layers at sea. Climate of a region is dedictated by a set of these factors in the long run, as well as other local characteristics such as the length of growing season and the intensity of floods whose change influences how people live and harm different sectors including agriculture and environment. Present study aimed to explore the impact of climate change on total agronomical production in 10 agro-ecological zones of Iran.

Materials and Methods: Present study employed panel data econometrics to explore the impact of climate change (mean precipitation, temperature, evapotranspiration rate, relative humidity, wind speed) on total agronomical production over the 1985-2015 periods. The panel data set included the observations related to multiple sectors and have been collected at different times. Panel data has been used when it is impossible to use just time series data or cross-sectional data. They contain more information in addition they are more diverse and have less multicollinearity between variables, so they are more efficient. In analysis of the combined data firstly should consider a certain section (e.g. country, region or province) and then focus on the attributes of the variables related to all N sections over a certain period, T. The number of data is not required to be equal over the sections (unbalanced panel model) and it is also possible to have variables that are constant in a certain section over the studied time period. In a panel data model, the variables are measured sequentially both among the sections of the statistical population and over time. In panel data, before proceeding to model estimation, we should firstly recognize whether panel or pool model is appropriate for the estimation and statistical inference. To do this, we first integrate whole data as pool to estimate the model and calculate the sum of residual squares. Then, the model is estimated as a panel model with different *y*-intercepts for a certain section and the residual squares are again summed. Finally, F-statistic is applied as the following equation to test the constructed model. The data were collected from Iran Meteorological Organization and Ministry of Jihad-e Agriculture. After checking the stationarity of the data, panel model with random effects has been estimated.

Results and Discussion: The results showed that total agronomical production has been influenced by temperature, evapotranspiration, and wind speed at 0.05 level and precipitation at 0.10 level. The impacts of global warming can be currently observed across the world. Agricultural sector is especially vulnerable to climate change so the rise in average seasonal temperature would shorten the growth period of most crops, causing the loss of their yields. Climate changes, such as the change in temperature, precipitation, pest and disease outbreaks adversely influence food production systems, decrease harvest and jeopardize food security. As predicted for Iran, it is expected that occurrence of climate change – which is characterized by rainfall decline, rise in temperature, and increase in the occurrence of extreme weather conditions – have harmful consequences for the agronomical production.

Conclusion: Climate change imposes remarkable economic costs on agronomical producers. The producers may have to either stop growing these crops or adapt to climate change as far as possible. In most cases, it is not economically feasible for producers to apply adaptive methods and the majority of their life aspects are potentially influenced. According to the results, it is recommended to use water pricing policies in agricultural sector that motivate farmers to use modern irrigation technologies and low irrigation-resistant cultivars, alter

1 and 2- Ph.D. Student of Agricultural Development and Associate Professor of Agricultural Economics, Department of Rural Development Management, Yasouj University
(*- Corresponding Author Email: ayatkarami@yu.ac.ir)

planting pattern towards crops with higher water use efficiency, therefore plan for and grant financial facilities, such as crop insurance, in order to prepare agronomical farmers for climate change.

Keywords: Agricultural sector, Agronomical production, Climate change, Panel data